

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

3
12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 102 01 426 A 1**

51 Int. Cl. 7:
B 64 D 13/06
F 24 F 5/00

21 Aktenzeichen: 102 01 426.4
22 Anmeldetag: 16. 1. 2002
43 Offenlegungstag: 24. 7. 2003

DE 102 01 426 A 1

71 Anmelder:
Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, 88161
Lindenberg, DE

74 Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

72 Erfinder:
Brutscher, Norbert, 88161 Lindenberg, DE; Haas,
Joachim, 88239 Wangen, DE

56 Entgegenhaltungen:

| | |
|----|---------------|
| DE | 199 35 918 A1 |
| DE | 100 09 373 A1 |
| DE | 697 06 408 T2 |
| EP | 09 40 336 A2 |
| WO | 99 24 318 A1 |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Klimatisierungssystem

57 Die folgende Erfindung betrifft ein Klimatisierungssystem, insbesondere für Flugzeuge, mit wenigstens einem in einem Stauluftkanal angeordneten Wärmetauscher zur Kühlung von Druckluft durch ein Fluid sowie mit wenigstens einer ersten und einer zweiten Welleneinrichtung, die mit dem Wärmetauscher druckluftseitig in Verbindung stehen. Eine besonders kompakte, zuverlässige, redundante und kostengünstige Anordnung wird dadurch erreicht, dass der Wärmetauscher wenigstens eine erste Wärmetauschereinheit und zweite Wärmetauschereinheit umfasst, von denen jeweils eine druckluftseitig mit jeweils einer der Welleneinrichtungen in Verbindung steht und dass strömungsmechanisch voneinander getrennte Stauluftauslasskanäle vorgesehen sind, von denen einer mit der ersten Wärmetauschereinheit und einer mit der zweiten Wärmetauschereinheit in Verbindung steht.

DE 102 01 426 A 1

BEST AVAILABLE COPY

- (SHX2/PHX2), von denen jeweils eine druckluftseitig mit jeweils einer der Welleneinrichtungen in Verbindung steht. Ferner sind strömungsmechanisch voneinander getrennte Stauluftauslasskanäle vorgesehen, von denen einer mit der ersten Wärmetauschereinheit und einer mit der zweiten Wärmetauschereinheit in Verbindung steht. Im Gegensatz zu der Ausführung gemäß Fig. 2 sind die Wärmetauschereinheiten zweifach vorhanden. Jeweils eine der Welleneinrichtungen steht mit einer der Wärmetauschereinheiten druckluftseitig in Verbindung. Dadurch werden keine Ventile am Verdichtereinlass (CCKV in Fig. 2) benötigt. Dadurch ist der Ausfall einer Welleneinrichtung nur aufgrund eines Ausfalls dieser Ventile unmöglich. Im Vergleich zu der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ergibt sich ferner der Vorteil, dass bei Ausfall einer Welleneinrichtung im Flug eine geringere Reduzierung der Kühlleistung und Systemdurchlässigkeit auftritt. Dies ist möglich, da aufgrund der getrennten Druckluftführung der Anlagenteil mit der ausgefallenen Welleneinrichtung zur Druckluftförderung und Wärmetauscherkühlung genutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass nicht zwingend zwei Stauluftkanalauslassklappen benötigt werden, woraus sich entsprechende Kosten-, Bauraum- und Gewichtsvorteile ergeben. Durch die strömungsmechanische Trennung der beiden Stauluftauslasskanäle voneinander wird erreicht, dass das funktionierende Gebläse stets Luft durch den oder die Wärmetauscher und nicht aus dem anderen Auslasskanal ansaugt.
- 15 [0030] Bei dem Fluid kann es sich um Umgebungsluft bzw. Stauluft handeln.
 [0031] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß erste und zweite Wärmetauschereinheit eine mechanische Einheit bilden. Denkbar ist, daß die Wärmetauschereinheiten unmittelbar oder auch nicht unmittelbar miteinander in Verbindung stehen, sondern beispielsweise durch einen Spalt getrennt sind.
 [0032] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung besteht jede Welleneinrichtung aus mindestens einer Turbine und mindestens einem Verdichter und/oder einem Gebläse. Beispielsweise können die Welleneinrichtungen als 3-Rad-Maschinen ausgeführt sein. Diese bestehen aus Turbine, Verdichter und Gebläse.
- 20 [0033] In jedem der Stauluftauslasskanäle ist vorteilhaft ein Gebläse zur Förderung von Umgebungs- bzw. Stauluft durch den Wärmetauscher vorgesehen.
 [0034] In bevorzugter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die beiden geteilten, d. h. strömungsmechanisch getrennten Stauluftauslasskanäle jeweils in einen Gebläseauslasskanal und einen Gebläsebypasskanal weiter unterteilt. Die Stauluftauslasskanäle können dabei mechanisch getrennt (separat) oder mechanisch gemeinsam (parallel) verlaufen. Der Bypasskanal dient zur Erhöhung der Durchlässigkeit des Stauluftkanals im Flug.
 [0035] Es können in jedem der Bypasskanäle ein Rückschlagventil und/oder eine gemeinsame oder zwei getrennte Stauluftkanalauslassklappen zum Schließen der Bypasskanäle der Stauluftauslasskanäle vorgesehen sein. Somit kann der Auslass der beiden Bypasskanäle durch eine gemeinsame Klappe oder durch zwei Klappen, von denen jeweils eine pro Bypasskanal angeordnet ist, geschlossen werden. Im geschlossenen Zustand verschließt die Klappe bzw. die Klappen nur die Bypasskanäle. Gegenüber dem Stand der Technik gemäß Fig. 1 und Fig. 2 kann das vorliegende System mit nur einer Stauluftkanalauslassklappe betrieben werden. Daraus ergeben sich Kosten-, Bauraum- und Gewichtsvorteile.
- 30 [0036] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Wärmetauschereinheiten stauluftseitig strömungsmechanisch voneinander getrennt sind und mit Umgebungs- bzw. Stauluft aus einem gemeinsamen Stauluftkanal beaufschlagt werden. Somit erfolgt die stauluftseitige Durchströmung der Wärmetauscher getrennt, wobei ein gemeinsamer Staulufteinlasskanal und getrennte und vorzugsweise parallel nebeneinander verlaufende Stauluftauslasskanäle genutzt werden.
- 35 ~~[0037] Erfindungsgemäß kann ein strömungsmechanisch gemeinsamer Staulufteinlasskanal und strömungsmechanisch voneinander getrennte Stauluftauslasskanäle vorgesehen sein, von denen einer mit der ersten und einer mit der zweiten Wärmetauschereinheit in Verbindung steht.~~
 [0038] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass eine Stauluftkanaleinlassklappe vorgesehen ist.
 [0039] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung umfasst der Wärmetauscher einen Primär- und einen Sekundärwärmetauscher. Die Druckluft wird zunächst im Primärwärmetauscher abgekühlt, anschließend im Verdichter weiter verdichtet und dann durch den Sekundärwärmetauscher geführt und darin weiter abgekühlt.
- 40 [0040] Eine besonders kompakte Bauweise ergibt sich, wenn der Primär- und Sekundärwärmetauscher eine mechanische Einheit bilden. Es kann vorgesehen sein, daß Primär- und Sekundärwärmetauscher unmittelbar aneinandergrenzen oder auch z. B. durch einen Spalt voneinander beabstandet angeordnet sind.
- 50 [0041] Der Primär- und Sekundärwärmetauscher können stauluftseitig seriell, parallel oder derart angeordnet sein, dass ein Teil des Primärwärmetauschers parallel und ein Teil seriell zum Sekundärwärmetauscher von Umgebungsluft bzw. Stauluft durchströmt wird. Im ersten Fall ist der Primärwärmetauscher dem Sekundärwärmetauscher stauluftseitig nachgeschaltet, im zweiten Fall parallel geschaltet und im dritten Fall zum Teil seriell und zum Teil parallel angeordnet, was den Vorteil mit sich bringt, daß der Primärwärmetauscher wenigstens teilweise, vorzugsweise in seinem druckluftseitigen Auslassbereich, mit kühler Umgebungs- bzw. Stauluft beaufschlagt wird.
- 55 [0042] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Wärmetauschereinheiten über eine eigene Druckluftversorgung verfügen. In jeder der Druckluftversorgungsleitungen ist ein Durchflussregelventil angeordnet.
 [0043] Ferner kann vorgesehen sein, dass mit einer Wärmetauschereinheit (z. B. SHX1 /PHX1) zwei oder mehr seriell oder parallel geschaltete Welleneinrichtungen in Verbindung stehen. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass es sich um mehr als zwei Wärmetauschereinheiten handelt, von denen jede mit einer oder mehreren Welleneinrichtungen druckluftseitig in Verbindung steht.
- 60 [0044] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass mit jeder der Welleneinrichtungen ein Wasserabscheidesystem in Verbindung steht. Dieses dient dazu, einen Großteil des in der Druckluft befindlichen Wasser abzuscheiden.
 [0045] Das Wasserabscheidesystem kann unterschiedlich ausgeführt sein.
 [0046] Eine mögliche Ausführungsform besteht aus Reheater, Kondensor und Wasserabscheider. Die Druckluft durchströmt zunächst den Reheater und wird hierin abgekühlt. Anschließend erfolgt im Kondensor die Kondensation der in der
- 65

Druckluft enthaltenen Feuchtigkeit. Die Abscheidung des Wassers aus der Druckluft erfolgt im Wasserabscheider. Die Luft durchströmt anschließend den Reheater, in dem sie aufgewärmt wird und nicht abgeschiedene Tröpfchen verdampft werden, bevor die Luft in der Turbine entspannt und abgekühlt wird. Die entspannte Turbinenluft wird durch die kalte Seite des Kondensors geführt und anschließend der Mischkammer bzw. der Kabine zugeführt.

[0047] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Wasserabscheidesysteme, die als Wasserabscheidekreisläufe ausgeführt sein können, strömungsmechanisch voneinander getrennt und eine mechanische Einheit bilden oder mechanisch getrennt angeordnet sind. Die genannten für die Entfeuchtung notwendigen Komponenten werden somit getrennt durchströmt und verfügen über eine getrennte Wärmeübertragung für die jeweilige Welleneinrichtung, sind beispielsweise jedoch in einer mechanischen Einheit miteinander verbunden, wodurch sich eine entsprechend kompakte Bauweise ergibt. Ebenso ist es möglich, dass die Entfeuchtungssysteme mechanisch voneinander getrennt ausgeführt sind.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die gekühlte Luft über eine oder über mehrere Leitungen in die Mischkammer oder in die Kabine geführt wird. Es kann sich beispielsweise um zwei Leitungen handeln.

[0049] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0050] Fig. 1, 2 Klimatisierungssysteme gemäß dem Stand der Technik,

[0051] Fig. 3 eine Darstellung eines Klimatisierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit Primär- und Sekundärwärmetauscher mit jeweils zwei Wärmetauschereinheiten sowie mit einer Wasserabscheideeinheit für beide ACMs,

[0052] Fig. 4 eine Darstellung eines aus Primär- und Sekundärwärmetauscher bestehenden Stauluftwärmetauschers mit getrennter Durchströmung,

[0053] Fig. 5 eine schematische Darstellung zweier zu einer mechanischen Einheit zusammengefassten Wasserabscheidekreisläufe bestehend aus Reheater, Kondensor und Wasserabscheider mit getrennter Durchströmung,

[0054] Fig. 6 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Klimatisierungssystems mit Primär- und Sekundärwärmetauscher mit jeweils zwei Wärmetauschereinheiten sowie mit mechanisch getrennten Wasserabscheidekreisläufen und einer gemeinsamen Stauluftauslassklappe für beide Gebläsebypasskanäle,

[0055] Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Klimatisierungssystems gemäß Fig. 3, wobei die Gebläsebypasskanäle mit jeweils einer eigenen Stauluftauslassklappe verschließbar sind und

[0056] Fig. 8 eine Darstellung eines Klimatisierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung mit Primär- und Sekundärwärmetauscher mit jeweils zwei Wärmetauschereinheiten sowie mit als 4-Rad-Maschinen ausgeführten ACMs.

[0057] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung eine mögliche Ausführungsform des Klimatisierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung. Im Stauluftkanal ist ein Primärwärmetauscher sowie ein Sekundärwärmetauscher angeordnet. Beide Wärmetauscher bestehen aus strömungsmechanisch und wärmetechnisch voneinander getrennten Wärmetauschereinheiten PHX1 und PHX2 bzw. SHX1 und SHX2. Die Einheiten PHX1 und PHX2 sowie SHX1 und SHX2 können eine mechanische Einheit bilden und untereinander ebenfalls miteinander verbunden sein, so dass sich eine besonders kompakte Bauweise ergibt. Es kann vorgesehen sein, daß die Wärmetauschereinheiten PHX1 und SHX1 sowie PHX2 und SHX2 durch einen Spalt voneinander getrennt ausgeführt sind.

[0058] Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist für beide Wärmetauschereinheiten SHX1/PHX1 und SHX2/PHX2 ein gemeinsamer Staulufteinlasskanal vorgesehen. Die Stauluft strömt durch die Wärmetauschereinheit SHX1 und anschließend durch die Einheit PHX1 und davon getrennt durch die Wärmetauschereinheiten SHX2 und PHX2.

[0059] Wie aus Fig. 3 weiter ersichtlich, sind zwei voneinander getrennte Stauluftauslasskanäle vorgesehen, von denen jeweils einer mit einer Wärmetauschereinheit PHX1 und PHX2 in Verbindung steht. Jeder der Stauluftauslasskanäle ist geteilt und weist einen mit jeweils einem Rückschlagventil GCKV1, GCKV2 ausgeführten Bypasskanal auf. In dem anderen Teil der Stauluftauslasskanäle ist jeweils ein Gebläse FAN1, FAN2 angeordnet. Diese bilden gemeinsam mit dem zugehörigen Verdichter C und der zugehörigen Turbine T jeweils eine 3-Rad-Maschine.

[0060] In Fig. 3 ist ferner das Wasserabscheidesystem REH-CON WE dargestellt. Dieses dient zum Abscheiden von Wasser aus der Druckluft vor deren Entspannung in der Turbine T. Einzelheiten des Wasserabscheidesystems REH-CON WE werden zu Fig. 5 erläutert.

[0061] Die Funktionsweise des in Fig. 3 dargestellten Klimatisierungssystems gestaltet sich wie folgt: Die Primärwärmetauschereinheiten PHX1, PHX2 werden jeweils getrennt mit Druckluft versorgt. Einlassseitig sind jeweils ein Durchflussregelventil FCV angeordnet. Nach Durchströmung der strömungsmechanisch voneinander getrennten Wärmetauschereinheiten PHX1, PHX2 und der darin erfolgenden Abkühlung der Druckluft wird diese durch jeweils einen Verdichter C geführt und hierin weiter verdichtet. Die auf diese Weise verdichtete Druckluft wird anschließend durch die jeweilige strömungs- und wärmetechnisch getrennte Sekundärwärmetauschereinheit SHX1 und SHX2 geführt und gelangt anschließend in das Wasserabscheidesystem REH-CON WE. In diesem System, das ebenfalls eine mechanische Einheit bildet, das aber zwei strömungsmechanisch und wärmetechnisch voneinander getrennte Wasserabscheidesysteme umfasst, erfolgt die Wasserabscheidung und damit Entfeuchtung der Luft vor deren Zuführung in die entsprechenden Turbinen T. In den Turbinen T wird die Luft entspannt und abgekühlt. Die abgekühlte Luft dient zur Kühlung des Kondensors der Wasserabscheideeinheit REH-CON WE. Die Luft wird anschließend in die Mischkammer der Kabine geführt.

[0062] Zur Kühlung der Primär- und Sekundärwärmetauschereinheiten PHX1, PHX2, SHX1, SHX2 dient Umgebungsluft bzw. Stauluft. Diese strömt durch den gemeinsamen Staulufteinlasskanal zunächst in die Wärmetauschereinheiten SHX1, SHX2 des Sekundärwärmetauschers. Die Stauluftmenge wird durch die Staulufteinlassklappe RAIA geregelt. Die Sekundärwärmetauschereinheiten SHX1 und SHX2 sind nicht nur druckluftseitig, sondern auch stauluftseitig voneinander getrennt. Dies gilt entsprechend für die Primärwärmetauschereinheiten PHX1 und PHX2. Entsprechend strömt die Stauluft getrennt durch die seriell angeordneten Einheiten SHX1 und PHX1, bzw. SHX2 und PHX2. Die aus den Wärmetauschereinheiten PHX1 und PHX2 austretenden Luftströme gelangen in die voneinander getrennten Stauluftkanäle und passieren die Gebläse FAN1 bzw. FAN2 bzw. strömen durch die Bypasskanäle in die Umgebung.

[0063] Das System verfügt ferner über mit einem Temperaturregelventil TCV verschließbare Bypassleitungen, die sich von der Eingangsseite des Verdichters C zur Auslassseite der Turbine T erstrecken.

[0064] Neben der in Fig. 3 beispielhaft dargestellten Architektur mit 3-Rad ACMs und Hochdruckwasserabscheidesystem kann die Erfindung auch mit anderen Ausführungen von Welleneinrichtungen aus mindestens einer Turbine und mindestens einem Gebläse und/oder mindestens einem Verdichter realisiert werden. Des weiteren ist die Erfindung auch mit anderen Ausführungen von Wasserabscheidesystemen möglich.

[0065] Ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer 4-Rad ACM ist in Fig. 8 dargestellt.

[0066] Fig. 4 zeigt in einer perspektivischen Darstellung den eine mechanische Einheit bildenden Stauluft-Wärmetauscher mit vier Wärmetauschereinheiten. Wie bereits zu Fig. 3 erläutert verfügt der Stauluft-Wärmetauscher über einen gemeinsamen Staulufteinlass. Die Stauluft strömt anschließend voneinander getrennt durch die seriell angeordneten Wärmetauschereinheiten SHX1, PHX1 bzw. SHX2 und PHX2. Anschließend gelangt die Stauluft zu den Gebläsen FAN1 und FAN2. Druckluftseitig wird zunächst die Wärmetauschereinheit PHX1 bzw. parallel dazu PHX2 mit Druckluft beaufschlagt. Diese gelangt über die entsprechenden Durchflussregelventile FCV1 und FCV2 zu den jeweiligen Wärmetauschereinheiten PHX1, PHX2. Die Luft wird in den Wärmetauschereinheiten PHX1 und PHX2 abgekühlt und gelangt zu dem jeweiligen Verdichter C. Die darin verdichtete Luft strömt zum Eingang der Sekundärwärmetauschereinheiten SHX1 und SHX2, wird darin weiter abgekühlt und strömt schließlich zum Wasserabscheidesystem.

[0067] Die Verbindungsstelle zwischen PHX1/SHX1 und PHX2/SHX2 kann lösbar sein, wie zum Beispiel geschraubt, oder nicht lösbar, wie zum Beispiel verschweißt ausgeführt sein.

[0068] Fig. 5 zeigt in einer schematischen Darstellung das Wasserabscheidesystem REH-CON WE aus Fig. 3. Es handelt sich dabei um zwei strömungsmechanisch und wärmetechnisch voneinander entkoppelte und getrennte Wärmeabscheidekreisläufe, die eine mechanische Einheit bilden. Vom SHX1 und parallel dazu vom SHX2 strömt die zu entfeuchtende Luft zunächst in die Reheater R1 und R2. Anschließend strömt die Luft durch die Kondensoren CON. Die Feuchtigkeit wird in den nachgeschalteten Wasserabscheidern WE1 und WE2 abgeschieden. Die auf diese Weise entfeuchtete Luft strömt anschließend durch die Reheater R1 und R2 und wird darin geringfügig erwärmt, so dass etwaige noch vorhandene Wassertröpfchen verdampft werden. Von den Reheatern gelangt die Luft zu den jeweiligen Einlässen der Turbinen T1 und T2. Die Kondensoren CON stehen mit den Turbinenauslässen in Verbindung. Die kalte, in den Turbinen T1, T2 entspannte Luft wird durch die kalte Seite der Kondensoren CON geführt und bedingt die Kondensation der Feuchtigkeit auf der warmen Kondensorseite.

[0069] Nach Durchströmen der Kondensoren CON wird die Luft zur Kabine bzw. zur Mischkammer geführt.

[0070] Das Klimatisierungssystem gemäß Fig. 3 bis 5 weist die Vorteile auf, dass sämtliche Komponenten zweifach vorhanden sind. Verglichen mit der Ausführungsform gemäß Fig. 2 aus dem Stand der Technik kann somit der Ausfall einer Komponente nicht zum Totalausfall des gesamten Systems führen. Es sind insbesondere keine Ventile am Verdichtereinlass CCKV und Turbineneinlass SOV wie in Fig. 2 vorgesehen. Der Ausfall einer Welleneinrichtung durch Ausfall eines dieser Ventile ist somit ausgeschlossen.

[0071] Gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ergibt sich aufgrund der kompakten Anordnung der Wärmetauscher und des Stauluftkanals ein reduzierter Bauraumbedarf. Gegenüber der Ausführungsform in Fig. 2 ergibt sich ebenfalls ein reduzierter Bauraumbedarf aufgrund der reduzierten Komponentenanzahl. Dies gilt insbesondere für die geringere Anzahl von Stauluftklappen sowie von Kontroll- und Rückschlagventilen.

[0072] Verglichen mit der Ausführungsform gemäß Fig. 2 kann bei dem erfindungsgemäßen System aufgrund der strömungsmechanischen Trennung der beiden Welleneinrichtungen auch bei Ausfall einer Welleneinrichtung die Druckluft weiterhin mittels der Stauluftwärmetauscher gekühlt werden. Des weiteren kann ein einzelner Fehler, z. B. Leitungsbruch, nicht zu einem Totalausfall des Gesamtsystems führen.

[0073] Darüber hinaus besteht verglichen mit dem Stand der Technik gemäß Fig. 1 und Fig. 2 die Möglichkeit des Einsatzes von nur einer Stauluftkanalauslassklappe, woraus sich entsprechende Kosten-, Bauraum- und Gewichtsvorteile ergeben.

[0074] Fig. 6 zeigt ein Klimatisierungssystem bei dem sämtliche Komponenten mit Ausnahme des Wasserabscheidesystems und der Stauluftkanalauslassklappen RAOA denen in Fig. 3 entsprechen. Anders als bei dem Klimatisierungssystem gemäß Fig. 3 sind zwei mechanisch voneinander getrennte Wasserabscheidekreisläufe vorgesehen. Diese stehen mit jeweils einer Auslassleitung mit der Kabine bzw. Mischkammer in Verbindung.

[0075] Ein weiterer Unterschied zu Fig. 3 ergibt sich daraus, dass die Gebläsebypasskanäle auf der Stauluftauslassseite mittels einer Stauluftkanalauslassklappe RAOA verschließbar sind.

[0076] Die Stauluftkanaleinlassklappen RALA können mit einem oder aus Redundanzgründen mit zwei Motoren betätigt werden.

[0077] Die nachfolgende Tabelle zeigt einen weiteren Vorteil des erfindungsgemäßen Klimatisierungssystems. Hier sind die Anzahl der Bauteile pro Klimatisierungssystem einander gegenübergestellt. Verglichen werden die Anzahl der Bauteile des erfindungsgemäßen Klimatisierungssystems gemäß Fig. 6 mit den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 aus dem Stand der Technik. Durch die reduzierte Komponentenanzahl ergibt sich zum einen ein geringerer Bauraumbedarf (Stauluftklappen, Wärmetauschereinheiten) sowie eine Kostenreduktion durch Einsparung relativ teurer Komponenten, wie Ventilen und Stauluftklappen.

| Bauteilbezeichnung | Anzahl der Bauteile pro Klimatisierungssystem | | |
|--|---|--|---------------------------------|
| | Stand der Technik Ausführung Fig. 1 | Stand der Technik Ausführung Fig. 2 | Vorliegende Erfindung Fig. 6 |
| Kontrollventile und Rückschlagventile | 6 | 10 | 4 |
| Stauluftklappen | 4 | 3 | 2 |
| Wärmetauscher | 4 | 2 | 2 |
| Wasserabscheider | 2 | 1 | 2 |

[0078] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Klimatisierungssystems gemäß Fig. 3, wobei die Gebläseby-passkanäle mit jeweils einer eigenen Stauluftauslassklappe RAOA verschließbar sind.

[0079] Fig. 8 zeigt ein Klimatisierungssystem, bei dem die ACMs als 4-Rad-Maschinen ausgeführt sind. Die Luft wird bei diesem Ausführungsbeispiel nach Verlassen des Wasserabscheidesystems nicht unmittelbar in die Mischkammer geführt, sondern, wie aus Fig. 8 ersichtlich, in einer weiteren Turbinenstufe T entspannt und schließlich in die Mischkammer geführt.

Patentansprüche

1. Klimatisierungssystem, insbesondere für Flugzeuge, mit wenigstens einem in einem Stauluftkanal angeordneten Wärmetauscher zur Kühlung von Druckluft durch ein Fluid sowie mit wenigstens einer ersten (ACM1) und zweiten Welleneinrichtung (ACM2), die mit dem Wärmetauscher druckluftseitig in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wärmetauscher wenigstens eine erste (PHX1, SHX1) und zweite Wärmetauschereinheit (PHX2, SHX2) umfasst, von denen jeweils eine druckluftseitig mit jeweils einer der Welleneinrichtungen (ACM1, ACM2) in Verbindung steht, und dass strömungsmechanisch voneinander getrennte Stauluftauslasskanäle vorgesehen sind, von denen einer mit der ersten Wärmetauschereinheit (PHX1, SHX1) und einer mit der zweiten Wärmetauschereinheit (PHX2, SHX2) in Verbindung steht.
2. Klimatisierungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Fluid um Umgebungs- bzw. Stauluft handelt.
3. ~~Klimatisierungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste (PHX1, SHX1) und zweite Wärmetauschereinheit (PHX2, SHX2) eine mechanische Einheit bilden.~~
4. ~~Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jede Welleneinrichtung (ACM1, ACM2) aus mindestens einer Turbine und mindestens einem Verdichter und/oder mindestens einem Gebläse besteht.~~
5. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem der Stauluftkanäle ein Gebläse (FAN1, FAN2) zur Förderung von Umgebungs- bzw. Stauluft durch den Wärmetauscher vorgesehen ist.
6. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die geteilten Stauluftauslasskanäle jeweils in einen Gebläseauslasskanal und einen Gebläseby-passkanal weiter unterteilt sind.
7. Klimatisierungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem der Bypasskanäle ein Rückschlagventil (GCKV1, GCKV2) vorgesehen ist und/oder dass eine gemeinsame oder zwei getrennte Stauluftkanalauslassklappen (RAOA) zum Schließen der Bypasskanäle der Stauluftauslasskanäle vorgesehen sind.
8. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauschereinheiten (PHX1, SHX1, PHX2, SHX2) stauluftseitig strömungsmechanisch voneinander getrennt sind und mit Umgebungs- bzw. Stauluft aus einem gemeinsamen Stauluftkanal beaufschlagt werden.
9. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stauluftkanaleinlassklappe (RALA) vorgesehen ist.
10. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher einen Primär- und einen Sekundärwärmetauscher umfasst.
11. Klimatisierungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Primär- und Sekundärwärmetauscher (PHX1, SHX1; PHX2, SHX2) eine mechanische Einheit bilden.
12. Klimatisierungssystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Primär- und Sekundärwärmetauscher stauluftseitig seriell, parallel oder derart angeordnet sind, dass ein Teil des Primärwärmetauschers parallel und ein Teil seriell zum Sekundärwärmetauscher von Umgebungs- bzw. Stauluft durchströmt wird.
13. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauschereinheiten (PHX1, SHX1; PHX2, SHX2) über eine eigene Druckluftversorgung verfügen.
14. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mit einer Wärmetauschereinheit (PHX1, SHX1; PHX2, SHX2) zwei oder mehr seriell oder parallel geschaltete Welleneinrichtungen (ACM1, ACM2) in Verbindung stehen.
15. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass mit jeder der Welleneinrichtungen (ACM1, ACM2) ein Wasserabscheidesystem in Verbindung steht.

16. Klimatisierungssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasserabscheidesystem aus Re-
heater (REH), Kondensor (CON) und Wasserabscheider (WE) besteht.

17. Klimatisierungssystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserabscheidesysteme,
insbesondere Wasserabscheidekreisläufe strömungsmechanisch voneinander getrennt sind und eine mechanische
5 Einheit bilden oder mechanisch getrennt angeordnet sind.

18. Klimatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die gekühlte Luft
über eine oder mehrere Leitungen in die Mischkammer oder in die Kabine geführt wird.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

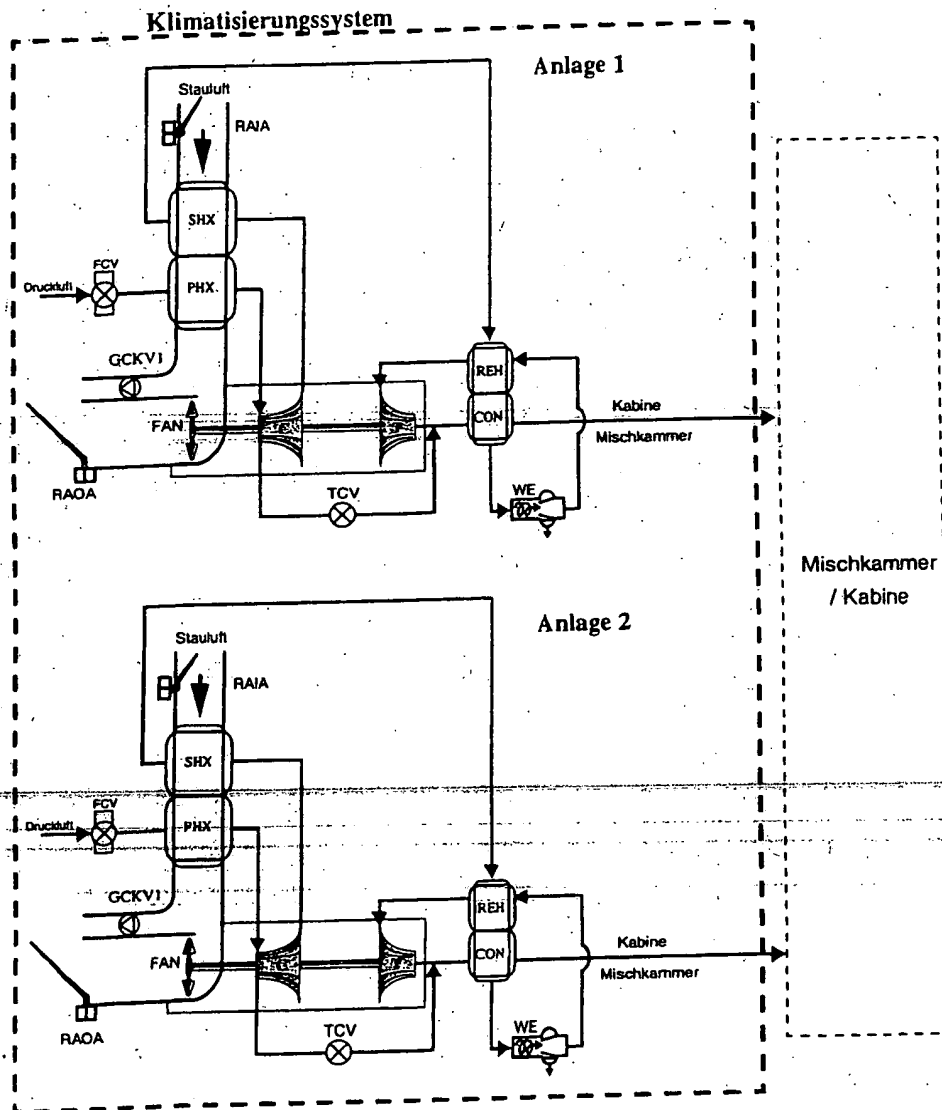


Fig. 2

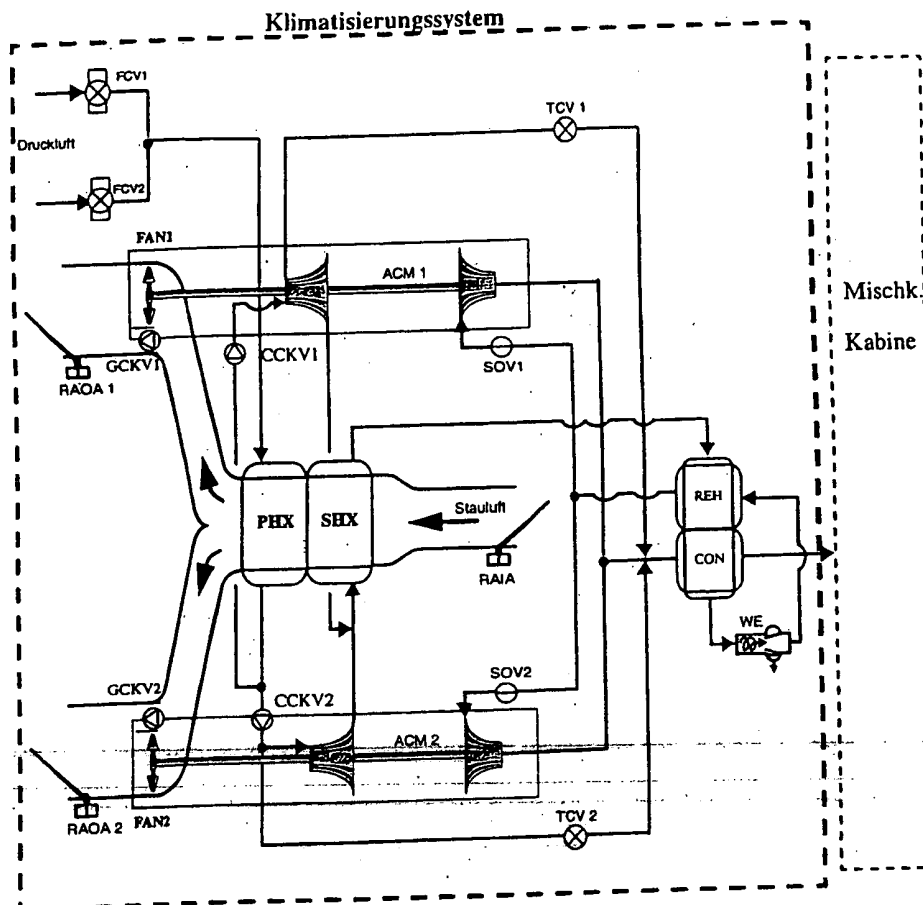


Fig. 3

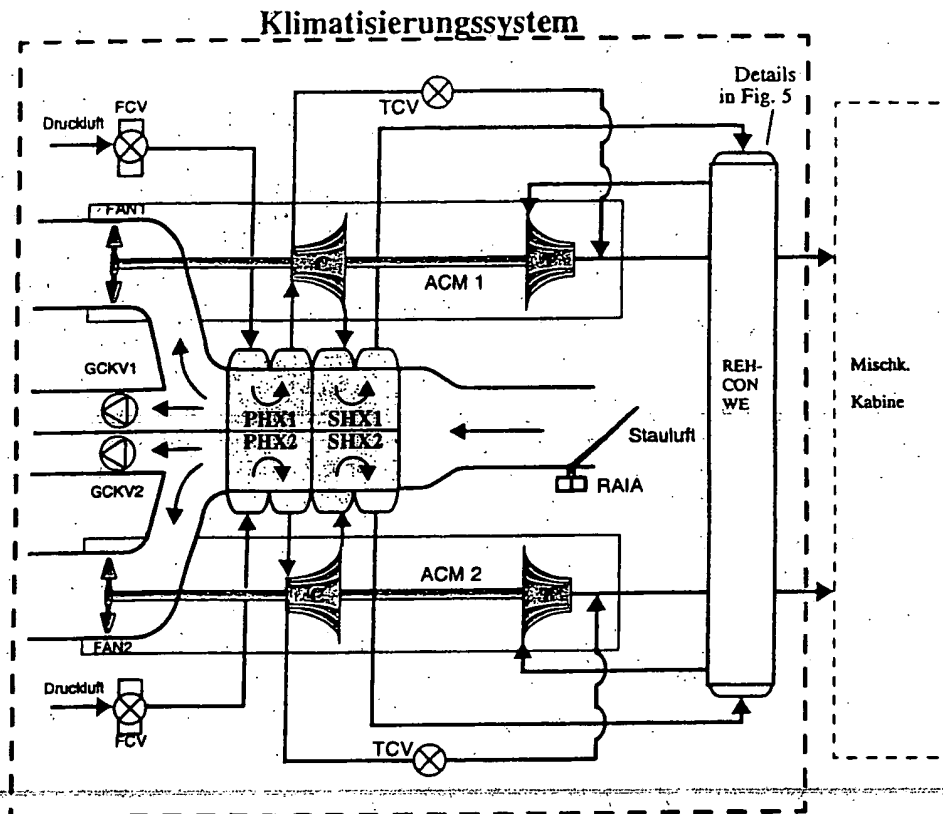


Fig. 4

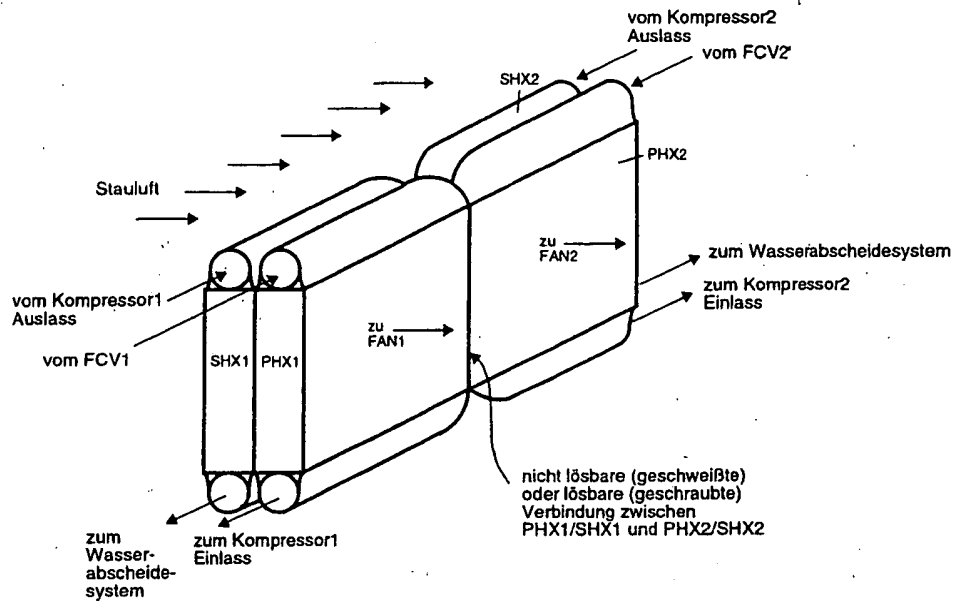


Fig. 5

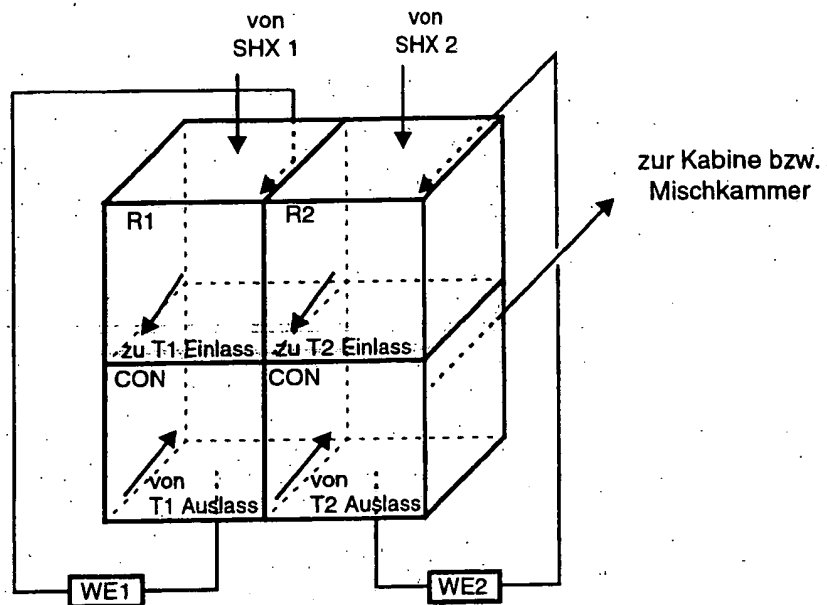


Fig. 6

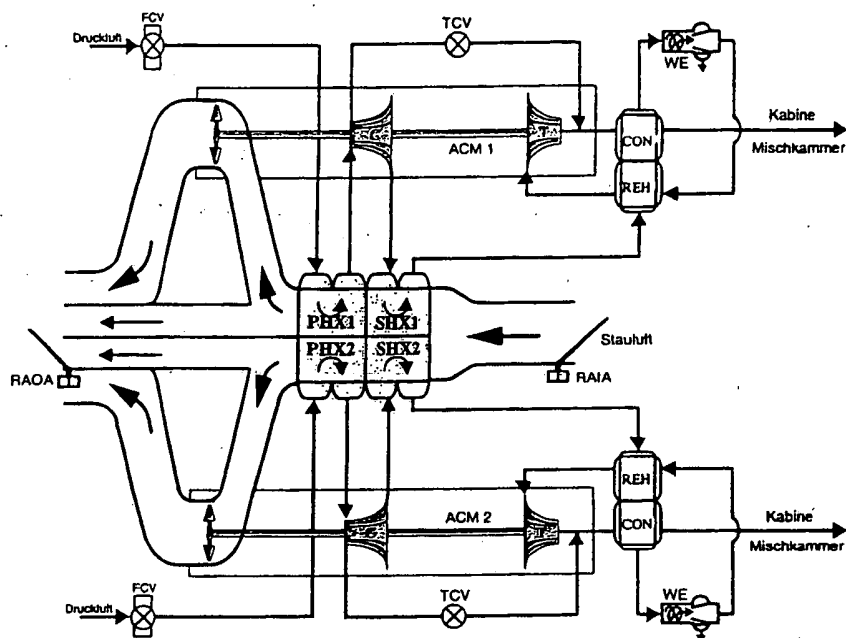


Fig. 7

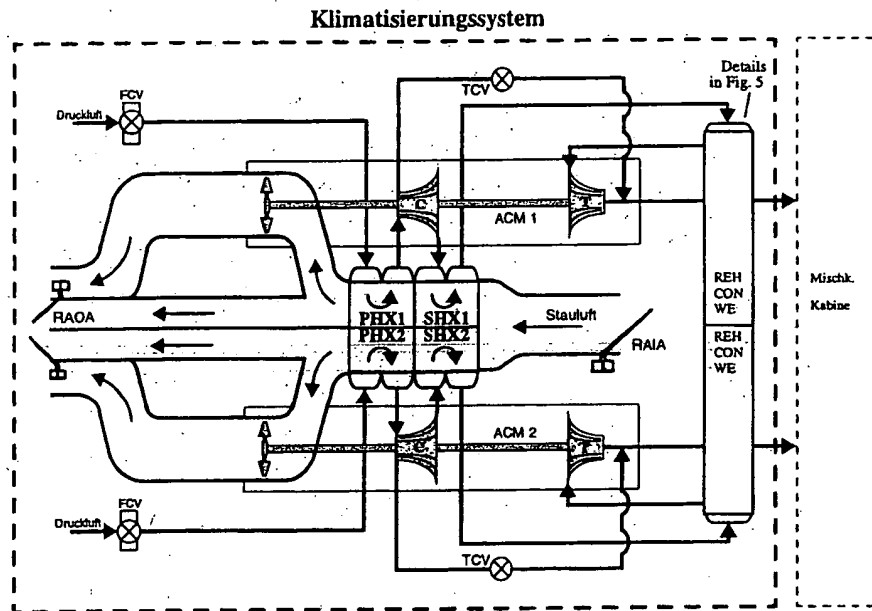


Fig. 8

